

Etude physico-chimique d'un composite ciment-bois durant les premières heures d'hydratation

A. Govin, P. Grosseau, B. Guilhot, R. Guyonnet

Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne, Centre SPIN, Département PCMM

158 cours Fauriel 42023 cedex 02, France

govin@emse.fr

Mots clefs : Ciment ; Hydratation ; Inhibition ; Bois ; DSC ; Conductimétrie ; Chromatographie ionique

INTRODUCTION:

Dans le domaine des nouveaux matériaux de construction, l'utilisation de composites à base ciment et de matériaux organiques devient essentiel. Elle permet d'améliorer ou de modifier les propriétés d'un ciment. Dans ce contexte, le matériau composite ciment-fibre de bois est extrêmement intéressant de par ses propriétés d'isolation phonique et acoustique ainsi que par sa faible masse spécifique. Un nombre important de travaux traitent du comportement complexe des mélanges ciment-bois-eau ^[1,2,3]. En effet, de par sa composition chimique (polysaccharides, lignine), le bois présente une incompatibilité chimique avec le ciment et inhibe son hydratation. Un traitement thermique, nommé Rétification^{®[4]}, sera effectuer dans certain cas. Il permet de stabiliser la fibre de bois et d'éliminer une partie des polysaccharides présents dans le bois. Le but de ce travail est de mieux comprendre les interactions chimiques entre le bois et le ciment ainsi que ces conséquences sur l'hydratation du ciment.

L'hydratation du ciment est suivie en milieux concentrés par analyse thermique (DSC) couplée avec une thermobalance (TG) et en milieux dilués par conductivité électrique et pHmètrie.

METHODES EXPERIMENTALES:

Les expériences ont été effectuées à l'aide de ciment Portland (CEM I 52.5, Calcia) et de peuplier stocké à 20°C et 60% d'humidité relative. Le bois est broyé et calibré dans un tamis de 1.4mm. Les échantillons de bois réifiés sont préparés en chauffant le peuplier à 240°C et 260°C, avec une rampe de 5°C/min sous atmosphère inerte (N₂). Les expériences d'analyse thermique sont effectuées sur des pâtes de ciment. Les échantillons sont préparés en mélangeant le ciment avec 7.5% en masse de bois et une masse d'eau ajustée pour travailler à maniabilité constante. Les réactions d'hydratation du ciment sont ensuite stoppées à 1, 2, 4, 8, 16 et 24 heures par broyage des échantillons hydratés et lavage à l'éthanol anhydre. Les analyses thermiques sont effectuées de 20°C à 800°C (rampe de 10°C/min) sous atmosphère dynamique d'argon. Le suivi de la mesure de conductivité et du pH est effectué en milieu dilué (rapport eau/ciment en masse= 20) avec le cas échéant de la poudre de peuplier ($\phi=300\mu\text{m}$ avec rapport bois/ciment en masse= 40 et 60).

RESULTATS:

Un certain nombre de travaux traitent de l'utilisation du signal de TG et DTG pour étudier l'effet de sucres sur l'hydratation des différentes phases du ciment. Bensted et al.^[5] expliquent qu'il est possible d'attribuer les deux premières pertes de masse respectivement 120°C et 145°C à la décomposition de l'ettringite et au gypse. Deux autres pertes de masse sont observables, entre 420°C et 460°C et 680°C, elles sont attribuables respectivement à la décomposition de la portlandite (CH) et de la calcite. La figure 1 présente l'évolution de la quantité de gypse présente dans la pâte de ciment au cours du temps. En présence de peuplier, la consommation du gypse est ralentie. En effet, il est possible d'observer du gypse au delà de 8 heures d'hydratation ainsi qu'une quantité supérieure à chaque instant. La quantité de portlandite formée est aussi affectée par la présence de peuplier (figure 2). En effet, le bois joue un rôle inhibiteur sur la formation de CH. Cette diminution de la quantité de portlandite formée au cours de l'hydratation est en partie attribuable à la formation de calcite. La présence de bois semble introduire une carbonatation plus importante du ciment hydraté (figure 3). Cependant, le manque de portlandite formée n'est pas entièrement corrélée avec la carbonatation du ciment.

Afin de comprendre les phénomènes physico-chimiques mis en jeu au cours de l'hydratation du ciment en présence de bois, des suivis d'hydratation en milieu dilué ont été effectués. Il en résulte un manque important d'ions hydroxyles présent dans la suspension. Ce manque d'ions hydroxyles entraîne un fort retard de la précipitation de la portlandite.

Evolution du gypse au cours du temps en fonction du type de bois

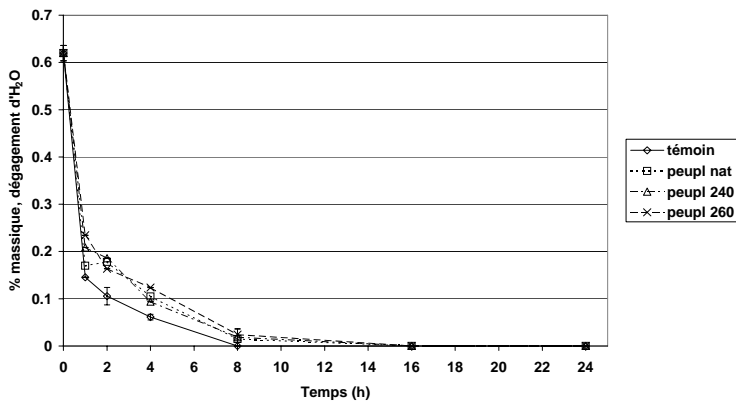


fig1: évolution du gypse au cours du temps

Evolution de la portlandite au cours du temps en fonction du type de bois

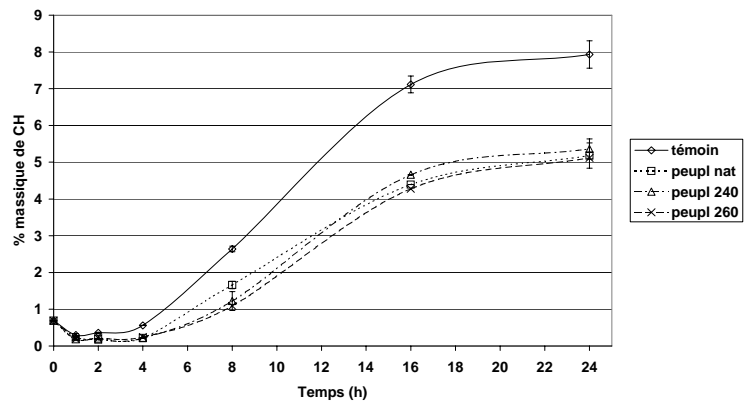


fig 2: évolution de la portlandite au cours du temps

Evolution de la calcite en fonction du temps

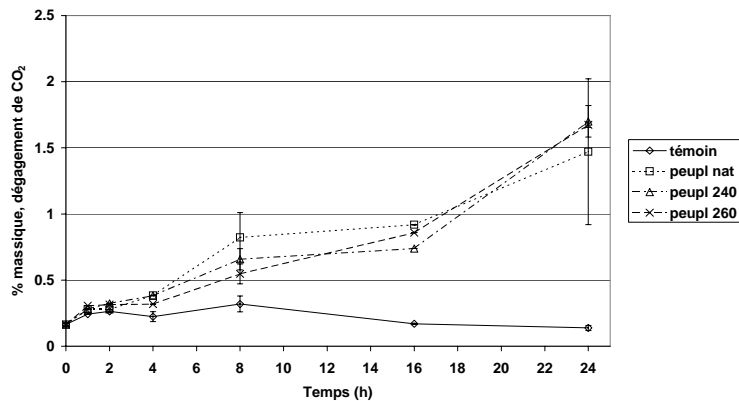


fig 3: évolution de la calcite au cours du temps

A partir des trois figures précédentes, on peut noter que les peupliers traités thermiquement agissent de façon identique que le peuplier naturel sur l'hydratation du ciment.

CONCLUSION:

Le peuplier introduit un fort retard sur l'hydratation du ciment. Il présente un pouvoir inhibiteur important sur la formation de la portlandite et la consommation du gypse. Le peuplier rétifé, malgré une meilleure stabilisation dimensionnelle, présente un comportement identique au peuplier naturel sur l'hydratation du ciment.

REFERENCES:

¹ Hachmi M., Moslemi A. A. and Campbell A. G., "Anew technique to classify the compatibility of wood with cement.", *Wood Science and Technology*, **24**, (1990), 345-354.

² Miller D. P. and Moslemi A. A., "Wood-cement composites: species and heartwood-sapwood effects on hydration and tensile strength.", *Forest products journal*, **41**, N° 3, (1991), 9-14.

³ Coutts R. S. P. and Michell A. J., "Wood Pulp Fiber-Cement Composites.", *Journal of Applied Polymer Science*, **37**, (1983), 845-864.

⁴ Patent N° 85-18765 and N° 86-14138

⁵ Bensted J. and Varma S. P., " Some application of infrared and raman spectroscopy in cement chemistry. ", *Cement Technology*, (1974), 440-450.